

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ (сосудов и аппаратов) ХИМИЧЕСКОЙ, НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

FEATURES OF EXAMINATION
OF INDUSTRIAL SAFETY
OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT
(vessels and equipment) CHEMICAL,
PETROCHEMICAL AND REFINING
INDUSTRIES

*A. Oreshkin
D. Shlychkov
A. Yushkov*

Annotation

The analysis of the main aspects of the examination of industrial safety and emerging defects in the operation of process equipment (vessels and equipment) chemical, petrochemical and refining industries.

Keywords: technical diagnostics, industrial safety, industrial safety, petrochemical, oil refining.

Орешкин Александр Юрьевич

Технический директор

Шлячков Денис Алексеевич

Нач. лаборатории НКИТД

Юшков Александр Борисович

Вед. Специалист,

ООО "Промтехмониторинг", г.Волгоград

Аннотация

Проведен анализ основных аспекты проведения экспертизы промышленной безопасности и возникающим дефектам в процессе эксплуатации технологического оборудования (сосудов и аппаратов) химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Ключевые слова:

Техническое диагностирование, промышленная безопасность, экспертиза промышленной безопасности, нефтехимия, нефтепереработка.

На территории России насчитывается около 100 тыс. потенциально опасных производственных объектов. По данным Межгосударственного совета по промышленной безопасности, на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности в РФ в 2014 г. произошло 20 аварий со смертью 59 человек. Общий ущерб от таких аварий в данной отрасли составил 6833250 тыс. долл. США [1]. Высокая смертность обусловлена такими причинами, как концентрация химических энергоносителей, нефти, нефтепродуктов, способность их гореть, взрываться и загрязнять вредными выбросами в атмосферу.

Проблема осложняется тем, что большая часть объектов ответственного назначения (сосуды, технологические трубопроводы, резервуары, котельное и печное оборудование) выработала плановой ресурс на 50–70 %. Так 25% общей протяженности нефтепроводов эксплуатируется свыше 30 лет, 33% – от 20 до 30 лет. Около 60% котельного оборудования тепловых электростанций отработало нормативные сроки. Продолжают эксплуатироваться котлы, прослужившие более 50 лет. На предпри-

ятиях различных отраслей промышленности находится более 4 тыс. котлов устаревших конструкций или отработавших установленный срок службы.

Дальнейшая эксплуатация оборудования возможна на основании обследования технического состояния, установления работоспособности, остаточного ресурса безопасной эксплуатации, проведением анализа экономической эффективности, с дальнейшей модернизацией и перевооружением опасных производственных объектов. В сложившейся ситуации объективная информация о техническом состоянии опасных производственных объектов является необходимым условием для принятия решения о возможности их дальнейшей эксплуатации.

В качестве первоначальной оценки технического состояния опасных производств используют метод, основанный на принципе использования параметров предельного состояния, обеспечивающих надежную работу и безопасную эксплуатацию согласно нормативно-технической документации. При этом определяющими параметрами выступают факторы, изменение которых может

привести объект в неработоспособное или предельное состояние. В области промышленной безопасности, критерием качества является степень опасности, таким образом, качество металла и изготовленного из него изделия может быть повышено при полном исключении наиболее опасных дефектов (трещин, раковин, расслоений и др.) и снижении до некоторого минимума других дефектов, представляющих меньшую опасность в конкретных условиях эксплуатации данного изделия. В современной практике в качестве базовой концепции оценки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования принят подход основанный на принципе "безопасной эксплуатации по техническому состоянию", согласно которому оценка технического состояния рассматриваемого оборудования осуществляется по параметрам технического состояния (ПТС), обеспечивающим его надежную и безопасную эксплуатацию, а остаточный ресурс по определяющим параметрам технического состояния. В качестве определяющих параметров технического состояния принимаются параметры, изменение которых (в отдельности или совокупности) может привести оборудование в неработоспособное состояние.

Основными видами повреждения технологического оборудования (сосудов и аппаратов) химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, в большинстве случаев, являются: коррозия (общая поверхностная, водородная, сероводородная, межкристаллитная), коррозионное растрескивание, циклический режим нагружения, ползучесть металла, изменение химического состава металла и механических свойств металла. При этом принято считать, что для оценки текущего состояния достаточно выделить доминирующий механизм повреждения, ответственность за его выбор возлагается на организацию, проводящую экспертизу промышленной безопасности. Как показывает опыт, наиболее часто причинами появления дефектов технологических трубопроводов являются нарушения режима сварочного процесса, вследствие чего происходит образование непроваров, сквозных свищей, подрезов, раковин, подповерхностных дефектов сварных соединений и т.д. Такого типа дефекты являются источником нескомпенсированных напряжений в области сварного шва и могут инициировать дальнейшее разрушение металла при значительном снижении прочностных характеристик материала в период эксплуатации. При этом среди дефектов сварных соединений преобладают (65%) подповерхностные дефекты (внутренние трещины, непровары), обнаружение которых возможно только с использованием специализированных методов неразрушающего контроля (ультразвуковой и радиографический контроль). 14% дефектов сварных соединений составляют нарушения геометрии сварных швов: превышение валика усиления, ширины шва и т.д. Такого типа несоответствия создают дополнительные центры концентрации напряжений в

сварном шве, а при совместном появлении с дефектами типа трещин и свищей могут стать источником зарождающихся разрушений в сварном соединении

Требования к содержанию работ по техническому диагностированию технологического оборудования определены в РД ОЗ-421-01 [2]. При этом в программе работ, как правило, содержатся традиционные локальные методы неразрушающего контроля. Методика основана на рассмотрении наиболее нагруженных узлов и элементов, работающих в наиболее неблагоприятных условиях, при этом места контроля носят унифицированный и "стандартизованный" характер.

Однако практика показывает, что в процессе эксплуатации технологического оборудования возможно возникновение местных и локализованных повреждения, а не только общий коррозионный износ оборудования. Причинами таких повреждений являются интенсивные пластические деформации, развивающиеся в зонах перенапряжений из-за технологических дефектов, дефектов монтажа (сварка под напряжением), интенсивных очагов коррозионных повреждений, температурных и других воздействий, приводящих к неоднородным статическим и динамическим нагрузкам. В настоящее время существует несколько методов для выявления мест нескомпенсированных напряжений, такие как метод акустической эмиссии (АЭ контроль), метод магнитной памяти металла и др.

В настоящее время сложилась следующая практика проведения экспертизы промышленной безопасности технологического оборудования (сосудов и аппаратов): экспертные организации проводят визуальный контроль поверхности, оценку остаточной толщины, выборочный контроль сварных соединений (ультразвуковой, капиллярный, вихретоковый контроль и т.д.) и расчет остаточного ресурса. Основным механизмом повреждения принято считать коррозионный износ.

Но практика проведения технического диагностирования емкостного и теплообменного сварного оборудования за последние десятилетия показывает, что не всегда достаточно измерив остаточную толщину корпуса сосуда, делать вывод о работоспособности технологического оборудования, кроме этого требуется анализ причинно-следственных зависимостей параметров технического состояния. Избыточные, возникшие в процессе эксплуатации напряжения в сварных соединениях могут являться источниками появления и развития дефектов (трещины, коррозионные повреждения, межкристаллитная и электрохимическая коррозия).

Как свидетельствует статистика, около 80% разрушений технологического оборудования нефтехимичес-

ких объектов приходится сварные соединения технологического оборудования, поэтому такие участки всегда привлекали заслуженное внимание специалистов.

Сварные соединения малоуглеродистых и низколегированных кремнемарганцовистых сталей (СтЗ, Сталь 10, Сталь 20, 15К, 16ГС, 09Г2С и т.д.) не имеют склонности к межкристаллитной коррозии, для которой в этой группе сталей не могут быть созданы необходимые условия. Склонность сварных соединений этой группы сталей к коррозионному растрескиванию под напряжением проявляется как в кислой, так и в щелочной агрессивной среде. Наиболее эффективной мерой предупреждения коррозионного растрескивания под напряжением сварных соединений этих материалов являются методы снижения остаточных сварочных напряжений в процессе термической обработки по режиму высоко отпуска.

Сварные соединения теплоустойчивых хромомолибденовых сталей (12МХ, 15Х5М, Х9М и т.д.) также не могут быть склонны к межкристаллитной коррозии, а для исключения коррозионного растрескивания под напряжением здесь также служит термическая обработка сварных соединений, которая для этой группы сталей необходима еще и поэтому, что обеспечивает повышение стойкости сварного соединения к закалочным трещинам и хрупким разрушениям еще до эксплуатации, например, в процессе гидропрессовки. Таким образом, отсутствие термообработки здесь проявляется уже до вывода нефтехимического оборудования на рабочий режим

Сварные соединения третьей группы сталей (с 13 и

выше процентами хрома без никеля, а также хромоникелевых сталей типа 12Х18Н10Т и других высоколегированных сталей и сплавов на никелевой основе – ХН32, ХН60, ХН70 и т.д.) является идеальной для проявления склонности к МКК и КР под напряжением без соответствующих технологических мероприятий, предупреждающих реализацию этих видов коррозионного разрушения сварных соединений. Причем эти технологические мероприятия связаны не только со специальным видом термической обработки, который здесь рекомендуется – стабилизирующий отжиг при 850–900°С, но в некоторых случаях (для предупреждения КР) количественным содержанием никеля в металле шва.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ:

1. Сварные соединения оборудования опасных производственных объектов своим составом, строением и свойствами определяют повышенную склонность к различным видам коррозионного разрушения металла и во многих случаях определяют эксплуатационную надежность этого оборудования. Эту особенность эксплуатации сварных соединений необходимо учитывать при выполнении работ по экспертизе промышленной безопасности оборудования опасных производственных объектов.

2. Для повышения эффективности экспертных работ до их выполнения необходима организация и проведение специальных занятий с экспертами, на которых должен быть подробно рассмотрен настоящий материал и на его основе намечена конкретная программа обследования оборудования опасных производственных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://www.mspbsng.org/stat_accident
2. РД 03–421–01 Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определения остаточного срока службы сосудов и аппаратов. Утвержден Госгортехнадзором России, 06.09.2001г.

© А.Ю. Орешкин, Д.А. Шлячков, А.Б. Юшков, (oreshkin.alexandr@mail.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»,



"Ни о чем не думает лишь тот,
кто ничего не читает."
Д.Дидро